

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

Rec'd PCT/PTO 09 DEC 2004

SE 03 / 0 0 9 8 8

**Intyg
Certificate**

10/517305

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer
handlingar som ursprungligen ingivits till Patent-
registreringsverket i nedannämnda ansökan.

REC'D 03 JUL 2003

WIPO PCT

*This is to certify that the annexed is a true copy of
the documents as originally filed with the Patent- and
Registration Office in connection with the following
patent application.*

(71) Sökande *Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm SE*
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer *0201818-2*
Patent application number

(86) Ingivningsdatum *2002-06-14*
Date of filing

Stockholm, 2003-06-23

BEST AVAILABLE COPY

*För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office*

Sonia André
Sonia André

Avgift
Fee

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Sätt att genom bistatiska mätningar med från mål spridda signaler bestämma lägen för målen

- 5 Föreliggande uppfinning avser ett sätt att genom bistatiska mätningar med från mål spridda signaler bestämma läget för målen. Även hastigheten för målen kan bestämmas. Sättet omfattar en snabb bistatisk associeringsmetod lämplig för till exempel ett nät av radarstationer à la AASR (associativ apertursyntesradar), även om användningsområdena kan vara fler. AASR finns beskriven i bl.a. det svenska patentet 0101661-7, till vilket härmed hänvisas. I det följande koncentreras
- 10 beskrivningen till det nya sättet att associera med endast bistatiska mätningar.

Det principiella problemet som löses genom uppfinningen presenteras först. Vi tänker oss N_s stationer (exempelvis radar-dito) utplacerade i rummet (R^3).

- Stationerna betecknas med s_j , $j=1, \dots, N_s$ och deras Ortsvektorer med p_j , $j=1, \dots, N_s$.
- 15 Förutom stationerna finns även N_t rörliga mål vilka skall detekteras. Dessa betecknas med t_i , $i=1, \dots, N_t$ och har motsvarande tidsberoende Ortsvektorer $r_i = r_i(t)$, $i=1, \dots, N_t$.

- Varje station har förmågan att till varje mål (upp till något visst maximalt avstånd)
- 20 mäta avstånd och radiell fart. Sålunda kommer station s_j , $1 \leq j \leq N_s$ att, vid någon viss tidpunkt, mäta in

$$d_{ij}(k) = |r_k - p_j|, \quad k=1, 2, \dots, N_{dij} \leq N_t$$

$$v_{ij}(k) = (d/dt)|r_k - p_j|, \quad k=1, 2, \dots, N_{dij} \leq N_t$$

25

För stationer som ligger tillräckligt nära varandra får man också bistatisk mätinformation, dvs. man sänder från en station och registrerar vid en annan. För stationsparet (s_i, s_j) innebär det att man registrerar

- 30 $d_{ij}(k) = |r_k - p_i| + |r_k - p_j| = d_i(k) + d_j(k), \quad k=1, 2, \dots, \quad N_{dij} \leq N_t$
- $v_{ij}(k) = (d/dt)|r_k - p_i| + (d/dt)|r_k - p_j| = v_i(k) + v_j(k), \quad k=1, 2, \dots, \quad N_{dij} \leq N_t$

Notera att med dessa beteckningar blir $d_{ii}(k) = 2d_i(k)$, $v_{ii}(k) = 2v_i(k)$, $i=1, 2, \dots$, $k=1, 2, \dots$

35

- Till varje sensor (monostatisk eller bistatisk geometri) registreras sålunda mål till avstånd och doppler. Det är a priori inte möjligt att veta vilken registrering från en sensor som hör ihop med en viss registrering från en annan sensor, dvs. härstammar från samma mål. Om registreringar från olika sensorer paras på ett felaktigt sätt
- 5 uppstår falska mål, spökmål. Associeringsproblemet är att bland alla tänkbara möjligheter att kombinera sensordata, svarande mot tänkbara målkandidater, diskriminera mellan korrekta kombinationer (mål) och falska kombinationer (spöken).
- 10 Den kanske mest rättframman metoden är att beakta tre närliggande stationer och deras monostatiska registreringar, som vi för enkelhets skull antar är N till antalet. Dessa mätningar kan kombineras på N^3 sätt, där varje kombination svarar mot ett målläge som är bestämt upp till reflektion i det plan som innehåller de tre stationerna. (Vissa kombinationer kan vara inkompatibla, svarande mot falska kandidater.)
- 15 Dessa $\sim N^3$ kandidater kan sedan en efter en jämföras med de bistatiska mätningarna och antingen förkastas eller accepteras. Problemet med en sådan metod är att den blir mycket långsam om antalet mål, N , är stort. Av denna anledning har effektivare associeringsalgoritmer utvecklats.
- 20 Varje mål skall bestämmas till såväl läge som hastighet, dvs. de skall positioneras i ett sex-dimensionellt tillståndsrums. Antalet celler i tillståndsrums kan vara mycket stort ($\sim 10^{18}$), varför traditionella projektnsmetoder blir ohjälpligt långsamma.
- I anført svenskt patent 0101661-7 anges ett sätt att attackera associationsproblemet
- 25 genom att utforma ett sensornät så att varje mål registreras av många sensorer (monostatiska och bistatiska), dvs. man uppnår en hög grad av redundans i systemet. Därefter delas tillståndsrums upp i hanterbart många förhållandevis stora celler.
- 30 Om cellerna är lagom stora kommer många av dem att kunna förkastas, dvs. de kan inte innehålla några mål, av följande skäl. Om cellen innehåller ett mål kommer alla (eller nästan alla) av de möjliga sensorerna som kan registrera mål i den aktuella cellen visa en sådan registrering. Om cellen däremot är tom kommer vissa, men ändå inte alltför många sensorer ändå visa på registreringar (från andra mål) som är
- 35 kompatibla med cellen ifråga. Genom redundansen kommer tillräckligt många sensorer peka på cellen som tom, och den kan avskrivas. När antalet celler på detta

sätt minskar delar man upp de överlevande cellerna i mindre celler och upprepar
förfarandet. Processen repeteras tills cellerna i tillståndsrummet har nått önskad
storlek. I takt med att cellerna blir mindre kommer färre och färre spökmål att över-
leva, så att man, när man avbryter, nästan bara har äkta mål kvar. Det som talar för
5 denna metod är, att den utnyttjar (men också kräver) redundansen hos sensornätet.
Det är å andra sidan ej ännu helt klart hur snabb metoden till slut kan bli.

Ett alternativt sätt anges i det svenska patentet 0101662-5, till vilket härmed hän-
visas, och innebär att man utnyttjar vissa symmetrier hos kombinationen sensorer -
10 mätdata. Givet två stationer så kommer de bägge monostatiska mätningarna till-
sammans med den bistatiska dito dela en symmetri, nämligen att de tre mätgeome-
trierna alla är okänsliga för rotation av målen runt den axel som går genom de
bägge stationerna. Detta innebär att man kan göra en inledande snabb sällning av
kandidaterna och stryka många falska associationer (spöken). Den efterföljande
15 slutgiltiga associeringen blir då avsevärt snabbare. Nackdelen å andra sidan är att
de monostatiska mätningarna blir viktiga, vilket kan vara ofördelaktigt vid spaning
mot smyganpassade mål.

Föreliggande uppfinningsenliga metod bygger på att man använder en snabb metod
20 där enbart bistatiska mätningar utnyttjas. Dessutom klarar metoden ett visst sensor-
bortfall bättre än metoden som diskuterades i det närmast föregående. Metoden
löser det aktuella associationsproblemet genom att den är utformad på det sätt som
framgår av det självständiga patentkravet. Fördelaktiga utföringsformer av
uppfinningen framgår av övriga patentkrav.

25 Inför en mer detaljerad beskrivning av uppfinningen betraktar vi först ett multistatiskt
nätverk av markplacerade radarstationer, där varje radarstation sänder ut radar-
pulser som sprids mot flygmål för att sedan tas emot av de omkringliggande statio-
nerna. Man får då en situation med en mängd bistatiska mätningar (dvs. den
30 sändande och mottagande stationen är på olika platser) och dessutom monostatiska
mätningar, som dock inte används vid uppfinningen. De bistatiska mätningarna
innehåller information om det sammanlagda avståndet sändare-mål-mottagare samt
motsvarande dopplerinformation. Ur alla dessa mätningar gäller det att skapa sig en
sammanhållen luftlägesbild. Detta problem, associationsproblemet, är icke-trivialt
35 om det finns många mål.

För att ge en intuitiv förståelse av uppfinningen ser vi på ett enkelt fall med endast ett mål, m_1 , och fyra stationer s_1, s_2, s_3, s_4 . Antag att vi har mätningarna $d_{12}, d_{34}, d_{13}, d_{24}$, där d_{ij} betyder sammanlagda avståndet $s_i - m_1 - s_j$. Man inser att det måste gälla att $d_{12} + d_{34} = d_{13} + d_{24}$, eftersom bägge uttrycken betyder sammanlagda avståndet från målet till de fyra stationerna.

Om det nu i stället finns N mål kan ovanstående observation användas för att korrekt associera data på följande sätt. Man bildar alla tänkbara kombination av data av typen d_{12} och d_{34} ; de blir N^2 till antalet. På samma sätt bildas N^2 kombinationer av data av typen d_{13} och d_{24} . Dessa kombinationer sorteras och jämförs, varvid endast summor ur de bägge mängderna som är lika (inom given tolerans) kan svara mot riktiga mål. Samma resonemang kan användas om dopplerhastigheterna, så att dessa ger en ytterligare sällning. På detta sätt kan man snabbt och enkelt göra en association av mätdata.

Generellt gäller att man måste placera sändarna och mottagarna och välja sändarnas räckvidd så att ett mål i en godtycklig punkt inom lägesrummet kan inmätas via spridning i målet av minst fyra samverkande bistatiska par av sändare och mottagare. Antalet sändare och mottagare kan vara stort. Bland dessa bistatiska par utväljer man så minst fyra sådana samverkande par för att utföra associeringen och bestämningen av avståndet.

I det följande ges en mer systematisk presentation av beräkningarna. För att få en enkel beskrivning gör vi följande (ej kritiska) antaganden. Antag att det finns fyra stationer samt N mål vilka alla ses av alla sensorer (monostatiska såväl som bistatiska).

Indata är sålunda (monostatiska mätningar)

$$\begin{aligned} d_j(k) &= |r_k - p_j|, & k=1, 2, \dots, N, \quad j=1,2,3,4 \\ v_j(k) &= (d/dt)|r_k - p_j|, & k=1, 2, \dots, N, \quad j=1,2,3,4 \end{aligned}$$

samt (bistatiska mätningar)

$$\begin{aligned} d_{ij}(k) &= |r_k - p_i| + |r_k - p_j| = d_i(k) + d_j(k), & k=1, 2, \dots, N, \quad j=1,2,3,4 \\ v_{ij}(k) &= (d/dt)|r_k - p_i| + (d/dt)|r_k - p_j| = v_i(k) + v_j(k), & k=1, 2, \dots, N, \quad j=1,2,3,4 \end{aligned}$$

där $i=j$ i det bistatiska fallet motsvarar monostatiska mätningar, dvs. $i \neq j$ kan antas om man vill.

- 5 Observera att man till exempelvis station j , med den monostatiska mätningen $d_j(k)$, $k=1,2,\dots,N$, inte kan veta vilken mätning som hör till ett visst mål, dvs. mätningarna skall betraktas som en mängd som man förslagsvis sorterar efter avstånd. På så sätt finns ingen koppling mellan ett visst index k som hör till två olika sensor-registreringar.

10

Metoden bygger nu på följande observation: Till varje registrerat mål (ej kandidat, utan verkligt mål) måste det finnas ett k , ett k' , ett l och ett l' , alla mellan 1 och N så att

15

$$d_{12}(k)+d_{34}(l)=d_{13}(k')+d_{24}(l')$$

För samma k, k', l, l' gäller dessutom

$$v_{12}(k)+v_{34}(l)=v_{13}(k')+v_{24}(l')$$

20

Anledningen är att om målet har Ortsvektorn r_i , så gäller, för målet, att

$$d_{12}(k)+d_{34}(l)=|r_i - p_1|+|r_i - p_2|+|r_i - p_3|+|r_i - p_4|$$

25

och på samma sätt att

$$d_{13}(k)+d_{24}(l)=|r_i - p_1|+|r_i - p_3|+|r_i - p_2|+|r_i - p_4|$$

30

så att de är lika. Argumentet för hastigheterna är identiskt. Den föreslagna metoden är nu som följer.

Steg 1. Bilda de N^2 summorna

$$d_{12}(k)+d_{34}(l), \quad 1 \leq l, k \leq N$$

35

Sortera dem efter sammanlagt avstånd och beteckna dem med

$$d_{12+34}(m), \quad 1 \leq m \leq N^2$$

Steg 2. Förfar på samma sätt med

5

$$d_{13}(k') + d_{24}(l'), \quad 1 \leq l', k' \leq N$$

så att vi också får (sorterat)

10

$$d_{13+24}(m'), \quad 1 \leq m' \leq N^2$$

Steg 3. Associera mål ur $\{d_{12+34}(m)\}_{m=1,2,\dots,N^2}$ med mål ur $\{d_{13+24}(m')\}_{m'=1,2,\dots,N^2}$ om

$$|d_{12+34}(m) - d_{13+24}(m')| < \text{lämplig tolerans}$$

15

Steg 4. Undersök, och behåll associerade mål om de dessutom uppfyller

$$|v_{12+34}(m) - v_{13+24}(m')| < \text{lämplig tolerans}$$

20 "Lämplig tolerans" i steg 3 avgörs bl.a. av utsänd signalbandbredd, syftet med processeringen och hypoteser om målens storlek och antal. Normalt är den från någon enstaka meter till några tiotal meter. På motsvarande sätt är "lämplig tolerans" i steg 4 normalt några meter/sekund.

25 För att se att detta verkligen ger en snabb metod kan vi använda följande grova uppskattning. Antag att vi har många mål, så att de är av samma storleksordning som antalet avståndsfällor och antalet dopplerfällor. Detta gemensamma antal betecknar vi ånyo med N . Man ser då överslagsmässigt att eftersom det totala antalet celler (= antal avståndsfällor gånger antal dopplerfällor) är lika stort som

30 antalet kandidater i till exempel $\{d_{12+34}(m)\}_{m=1,2,\dots,N^2}$, så kommer varje sådan kandidat att paras med typiskt en falsk kandidat ur $\{d_{13+24}(m')\}_{m'=1,2,\dots,N^2}$. Antalet kandidater efter ovanstående procedur är sålunda $\sim N^2$ (färre vid färre mål), vilket är en kraftig reduktion jämför med N^3 . Ytterligare processering kan sedan ske genom jämförelse med återstående bistatisk geometri $\{d_{14+23}(m'')\}_{m''=1,2,\dots,N^2}$, de

35 monostatiska mätningarna eller mätningar som involverar andra stationer.

- Notera också att man även kan involvera $\{d_{14+23}(m'')\}_{m''=1,2,\dots,N^2}$ från början. Detta ger en möjlighet till att få en redundans, dvs. en möjlighet att klara ett visst bortfall i registreringarna, på följande sätt. Villkoret att $|d_{12+34}(m) - d_{13+24}(m')| < \text{"lämplig tolerans"}$ kan ses som att såväl $d_{12+34}(m)$ som $d_{13+24}(m')$ skall ligga nära något visst givet värde. Genom att i stället kräva att två av $d_{12+34}(m)$, $d_{13+24}(m')$ och $d_{14+23}(m'')$ skall ligga nära det angivna värdet (för några värden på m , m' och m''), så får man fortfarande en diskriminering mellan falska kandidater (spöken) och mål. Man kan dock tåla att någon av mätningarna bortfaller.
- 10 Räkningarna i sin helhet kräver $O(N^2 \log N)$ operationer, och det finns enkla metoder att från kandidaterna verkligen ta fram position och hastighet, dvs. efter processeringen vet man för en viss kandidat fyra bistatiska avstånd enligt:

$$\begin{array}{rcl}
 |r - p_1| + |r - p_2| & = & d_{12} \\
 |r - p_3| + |r - p_4| & = & d_{34} \\
 |r - p_1| + |r - p_3| & = & d_{13} \\
 |r - p_2| + |r - p_4| & = & d_{24}
 \end{array}$$

- 20 Naturligtvis är man intresserad av att veta värdet på r (målets position), dvs. något sätt att lösa ovanstående ekvationssystem. (p_i , $i=1,2,3,4$, är stationernas kända lägen/ortsvektorer och d_{12} , d_{34} , d_{13} , d_{24} är de uppmätta bistatiska avstånden.) Generellt sett ger skärningar mellan ellipsoider upphov till förhållandevis komplicerade algebraiska ekvationssystem, men i detta fall kan ekvationssystemet lösas med enklare metoder.

- 25 Om man ser på ekvationssystemet som ett 4×4 -system ser man att det är degenererat. Samtidigt garanterar villkoret $d_{12} + d_{34} = d_{13} + d_{24}$ att det finns en parameterlösning. Genom att välja origo i p_4 så att $|r - p_4| = |r| = r$, och införa r som parameter, får vi följande ekvationer

$$\begin{array}{rcl}
 |r - p_1| & = & d_{12} - d_{24} + r \\
 |r - p_2| & = & d_{24} - r \\
 |r - p_3| & = & d_{34} - r
 \end{array}$$

- 35 Här kan man kvadrera de tre ekvationerna, varvid r^2 kan strykas, och få (för några $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$)

$$\mathbf{r} \cdot \mathbf{p}_1 = ar + \alpha$$

$$\mathbf{r} \cdot \mathbf{p}_2 = br + \beta$$

$$\mathbf{r} \cdot \mathbf{p}_3 = cr + \gamma$$

- 5 Det senare ekvationssystemet kan sedan lösas ganska rättframt. Man får dock två olika fall beroende på om $\{\mathbf{p}_i\}_{i=1,2,3}$ är linjärt beroende eller ej.

Fallet med hastigheterna är likartat, vi får ekvationssystemet

$$10 \quad \hat{u}_1 \cdot \bar{\mathbf{v}} + \hat{u}_2 \cdot \bar{\mathbf{v}} = v_{12}$$

$$\hat{u}_3 \cdot \bar{\mathbf{v}} + \hat{u}_4 \cdot \bar{\mathbf{v}} = v_{34}$$

$$\hat{u}_1 \cdot \bar{\mathbf{v}} + \hat{u}_3 \cdot \bar{\mathbf{v}} = v_{13}$$

$$\hat{u}_2 \cdot \bar{\mathbf{v}} + \hat{u}_4 \cdot \bar{\mathbf{v}} = v_{24}$$

där $\hat{u}_i = \frac{\bar{\mathbf{r}} - \bar{\mathbf{r}}_i}{|\bar{\mathbf{r}} - \bar{\mathbf{r}}_i|}$, $\bar{\mathbf{v}} = \dot{\bar{\mathbf{r}}}$, $i = 1, 2, 3, 4$. Ekvationssystemet kan behandlas på samma

- 15 principiella sätt som det tidigare ekvationssystemet.

Uppfinningen kan implementeras i högnivåspråk som är lämpliga för beräkningar, såsom MatLab, C, Pascal, Fortran m.fl.

Patentkrav:

1. Sätt att med från mål spridda signaler bestämma lägen för målen i ett lägesrum, innefattande användning av en i kända punkter i lägesrummet utspridd mängd av sändare och mottagare av elektromagnetiska eller akustiska signaler, där varje bistatiskt par av sändare och mottagare benämns en mätfacilitet, vidare innefattande analys av mottagna signaler, vilket inbegriper tidsbestämning av ögonblick för sändning och mottagning enligt vedertagna principer för radar och parametrisering av mottagna signaler som en funktion av gångväg mellan sändarpunkt och mottagningspunkt, dock utan det i radar sedvanliga kravet på riktningsinformation, k ä n n e t e c k n a t a v
- att man väljer sändarnas och mottagarnas placering och sändarnas räckvidd så att ett mål i en godtycklig punkt inom lägesrummet kan inmätas via spridning i målet av minst fyra samverkande mätfaciliteter,
- att man utväljer ett jämnt antal samverkande mätfaciliteter, dock minst 4, för bestämningen,
- att man associerar mål genom att beräkna summan av alla avstånd mellan mål och de utvalda stationerna på två olika sätt som summor av bistatiskt uppmätta avstånd via målet för mätfaciliteter,
- att sortera nämnda två summor med avseende på avståndet och jämför dessa med varandra,
- att fastslå att de summor beräknade på de två olika sätten som överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara mål och
- att man beräknar avståndet till målen ur ekvationssystem för de bistatiskt uppmätta avstånden.
2. Sätt enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t a v man förbättrar associeringen av mål genom att beräkna summan av alla avstånd mellan mål och de utvalda stationerna på ett tredje sätt som summan av bistatiskt uppmätta avstånd via målet för mätfaciliteter,
- att sortera summan med avseende på avståndet och jämför denna med tidigare beräknad summa av avstånd och

att fastslå att de fall där två av de tre de summorna, beräknade på nämnda olika sätt, överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara mål.

- 5 3. Sätt enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t a v man förbättrar associeringen av mål genom att kräva att alla tre summorna, beräknade på nämnda olika sätt, överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, för att mål skall anges.
- 10 4. System enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t a v att man förbättrar associeringen av mål genom att utföra motsvarande beräkningar för de bistatiskt uppmätta dopplerhastigheterna som för avstånden och att fastslå att de summor, beräknade på de två olika sätten, som överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara
15 mål.
5. Sätt enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a t a v att man beräknar måls hastighet ur ett ekvationssystem för de bistatiskt uppmätta dopplerhastigheterna.
- 20 6. Ett system för att med från mål spridda signaler bestämma lägen för målen i ett lägesrum, innefattande en i kända punkter i lägesrummet utspridd mängd av sändare och mottagare av elektromagnetiska eller akustiska signaler, där varje bistatiskt par av sändare och mottagare benämns en mätfacilitet, vidare innefattande analysutrustning för lagring och analys av mottagna signaler, vilket inbegriper
25 tidsbestämning av ögonblick för sändning och mottagning enligt vedertagna principer för radar och parametrisering av mottagna signaler som en funktion av gångväg mellan sändarpunkt och mottagningspunkt, dock utan det i radar sedvanliga kravet på riktningsinformation, k ä n n e t e c k n a t a v
 att sändarnas och mottagarnas placering och sändarnas räckvidd är vald så att
30 ett mål i en godtycklig punkt inom lägesrummet kan inmätas via spridning i målet av minst fyra samverkande mätfaciliteter,
 att analysutrustningen utväljer ett jämnt antal samverkande mätfaciliteter, dock minst 4, för bestämningen,
 att analysutrustningen associerar mål genom

att beräkna summan av alla avstånd mellan mål och de utvalda stationerna på två olika sätt som summor av bistatiskt uppmätta avstånd via målet för mätfaciliteter,

5 att sortera nämnda två summor med avseende på avståndet och jämför dessa med varandra,

att fastslå att de summor beräknade på de två olika sätten som överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara mål och

10 att analysutrustningen beräknar avståndet till målet ur ett ekvationssystem för de bistatiskt uppmätta avstånden.

7. Sätt enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a t a v analysutrustningen förbättrar associeringen av mål genom

15 att beräkna summan av alla avstånd mellan mål och de utvalda stationerna, på ett tredje sätt som summan av bistatiskt uppmätta avstånd via målet för mätfaciliteter,

att sortera summan med avseende på avståndet och jämför denna med tidigare beräknad summa av avstånd och

20 att fastslå att de fall där två av de tre de summorna, beräknade på nämnda olika sätt, överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara mål.

8. Sätt enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t a v analysutrustningen förbättrar associeringen av mål genom att kräva att alla tre summorna, beräknade på nämnda
25 olika sätt, överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, för att mål skall anges.

9. System enligt något av patentkraven 6 - 8, k ä n n e t e c k n a t a v att analysutrustningen förbättrar associeringen av mål genom att utföra motsvarande beräkningar för de bistatiskt uppmätta dopplerhastigheterna som för avstånden och att
30 fastslå att de summor, beräknade på de två olika sätten, som överensstämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts på förhand, anges motsvara mål.

10. System enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t a v att analysutrustningen beräknar målets hastighet ur ett ekvationssystem för de bistatiskt uppmätta dopplerhastigheterna.

9
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Sammandrag:

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att genom bistatiska mätningar med från mål spridda signaler bestämma läget för målen. Även hastigheten för målen kan
5 bestämmas. Sändarnas räckvidd väljs så att ett mål i en godtycklig punkt kan
inmätas via spridning i målet av minst fyra samverkande mätfaciliteter.

Först associeras målen. Detta sker genom att man beräknar summan av alla
avstånd mellan mål och utvalda stationer på två olika sätt som summor av
10 bistatiskt uppmätta avstånd via målet. Därpå sorteras nämnda två summor med
avseende på avståndet och jämförs med varandra. De summor som överens-
stämmer med varandra, med hänsyn tagen till en felmarginal som har bestämts
på förhand, anges motsvara mål. Slutligen beräknas avståndet till målen ur ett
ekvationssystem för de bistatiskt uppmätta avstånden.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☒ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.